丰田5S-FE电控发动机实训台

技术使用说明书



江西交通职业技术学院汽车工程系

2006年6月

目 录

系统使用注意事项

1、 不得用起动电源辅助起动，以免损坏发动机和 ECT ECU。
2、 发动机起动前，自动变速器应置于 P 或 N 档。自动变速器在其他档位需换入 P 档或 R 档时，应在自动变速器输出轴停转后进行，否则会损坏自动变速器。
3、 在使用故障设置开关进行故障设置时，应先关闭点火开关，否则可能损坏 ECU。
4、 严禁在发动机运转时将蓄电池从电路中断开，以防产生瞬变过电压将电脑和传感器损坏。
5、 点火开关打开后，不可断开任何正在工作的带有电感的电气装置，如怠速控制阀、喷油器等。以免使 ECU 和控制部件损坏。
6、 对系统进行检修时，应先将点火开关关闭，并将蓄电池搭铁线拆下。如果只检查电控系统，则只须关闭点火开关。
7、 进气歧管绝对压力传感器与气缸之间的进气系统零件脱开、松动或裂开时（如喷油器安装不当而漏气、进气软管破裂、真空管破裂等），均会因吸入空气而导致发动机失调，造成怠速不稳、易熄火、动力性和加速性能变差。
8、 在每次起动系统之前，应检查燃油系统有无漏油之处，确认无部位漏油后才能正式起动。起动后使发动机怠速运转，再仔细检查有无部位漏油。
9、 不得用指针式万用表测试电脑及传感器，应用高阻抗的数字万用表进行测试。
10、 安装蓄电池时特别注意正、负极不可接反，以防损坏 ECU 和控制部件。
11、 发动机机油尺、机油加油口盖、塑料软管等不应脱落，否则会影响发动机运行。
12、 不要用试灯去测试任何和电脑相连接的电气装置。
13、 检修发动机时，应防止将水溅到电子设备及线路上。
14、 学期结束时，应放出油箱内的燃油并清洗油箱，以防燃油结胶变质污染油箱及零件。
15、 每隔 1 个月至少运行系统 1 次，时间半小时以上。

一、系统总体布置

1、丰田 5S-FE 电控发动机简介

丰田 5S-FE 电控发动机为直列 4 缸、2.2L DOHC（顶置双凸轮轴）16 气门发动机。配备有 TCCS（丰田电脑控制系统），此系统通过 ECU 对电控燃油喷射 EFI、电控点火 ESA、怠速控制 ISC、诊断系统等进行集中控制。电控燃油喷射 EFI 系统采用分组喷射方式，两缸一组，共 2 组。采用双缸同时点火方式，点火顺序为 1－3－4－2。怠速控制系统 ISC 采用旋转电磁阀型怠速控制阀。

后面连接的自动变速器型号为 A140E 型。

丰田 5S-FE 电控发动机及自动变速器基本参数或维修规范如表 1 所示。部分螺栓拧紧力矩如表 2 所示。

表 1 丰田 5S-FE 电控发动机及自动变速器维修规范

气缸直径	87 mm
发动机怠速转速（冷却风扇和空调断开）	750±50r/min
气缸压缩压力 在 250r/min 标准	＞1226kPa
极限	981 kPa
每个气缸压差	＜98kPa
进气歧管真空度（怠速时）	60kPa
怠速 CO 浓度	0～0.5%
发动机润滑油 牌号	API SG 或 SH 多级油或 ILSAC 多级油
干机加注	4.3L
放后重加 更换机油滤清器	3.6L
不换机油滤清器	3.4L
机油压力 怠速时	29kPa
3000r/min 时	245~490kPa
自动变速器液 ATF 型号	AFT 自动变速器液 DEXRON II
自动变速器加注容量	5.6L
差速器加注容量	1.6L
火花塞 普通型火花塞推荐型号	ND K20TR11 NGK BKR6EKB11
电极间隙	1.1mm
铂电极尖火花塞推荐型号	ND PK20TR11 NGK BKR6EKPB11
电极间隙	新火花塞 1.1mm 旧火花塞 1.3mm
燃油压力调节器燃油压力	301~347kPa
节气门全关角度	6°
节气门开启器设定转速	1300~1500r/min
自动变速器油路压力 发动机怠速运转	363～422kPa（D 档）
	618～794kPa（R 档）
自动变速器不动（失速）	750～897kPa（D 档）
	1373～1608kPa（R 档）

表 2　部分螺栓拧紧力矩

气缸盖×气缸体	第 1 次 第 2 次	49N・m 转 90°
曲轴带轮×曲轴		108 N・m
传动板×曲轴		83 N・m
主轴承盖×气缸体		59 N・m
连杆盖×连杆	第 1 次 第 2 次	25 N・m 转 90°
凸轮轴正时带轮×气缸盖		19 N・m
凸轮轴正时带轮×凸轮轴		54 N・m
正时带盖撑杆×气缸体		42 N・m
1 号中间带轮×气缸盖		42 N・m
2 号中间带轮×气缸体		42 N・m
火花塞管×气缸盖		49 N・m
燃油压力脉冲缓冲器×燃油分配管		34 N・m
进气歧管×气缸盖		19 N・m
进气歧管撑杆×进气歧管		22 N・m
进气歧管撑杆×气缸体		42 N・m
排气歧管×气缸盖		49 N・m
爆燃传感器×气缸体		37 N・m
氧传感器×前排气管		44 N・m
火花塞×气缸盖		18 N・m

2、试验台系统总体布置

试验台系统总体布置如图 1 所示。

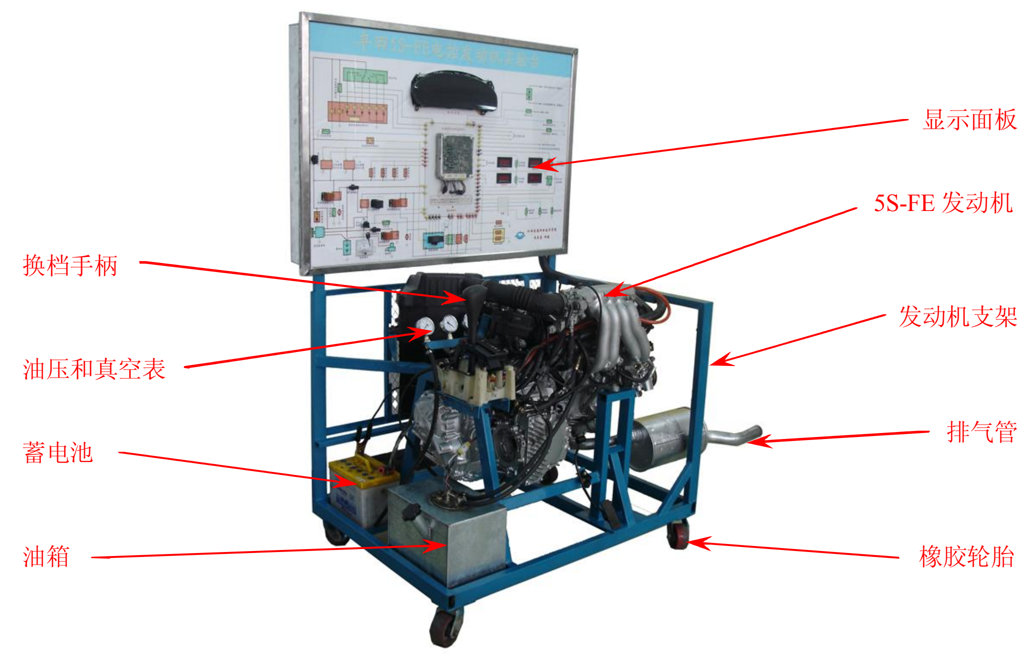


图 1 丰田 5S-FE 电控发动机试验台

发动机和自动变速器由支架支承，支架由型钢焊接而成，表面涂有蓝色油漆。

支架由四个活动橡胶轮胎支撑。在支架上除安装有发动机和自动变速器外，还安装有散热器、燃油箱（内有燃油泵）、蓄电池、显示面板等。

发动机的左侧安装有进气温度传感器、水温传感器、旋转电磁阀型怠速控制阀、节气门位置传感器、点火线圈组件、喷油器、燃油压力调节器等。发动机的右侧安装有曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、爆震传感器、机油压力过低报警开关等。在发动机的后方还有档位开关、自动变速器换档电磁阀和锁止电磁阀、氧传感器等。

各元件安装位置如图 2～图 9 所示。

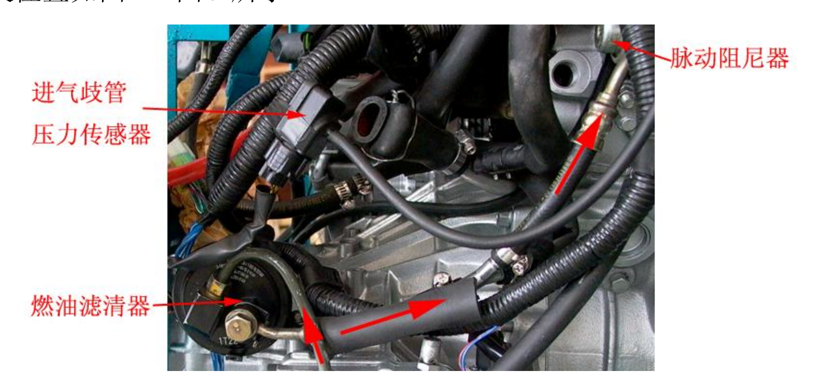


图 2　燃油油路及压力传感器



图 3　发动机正前方

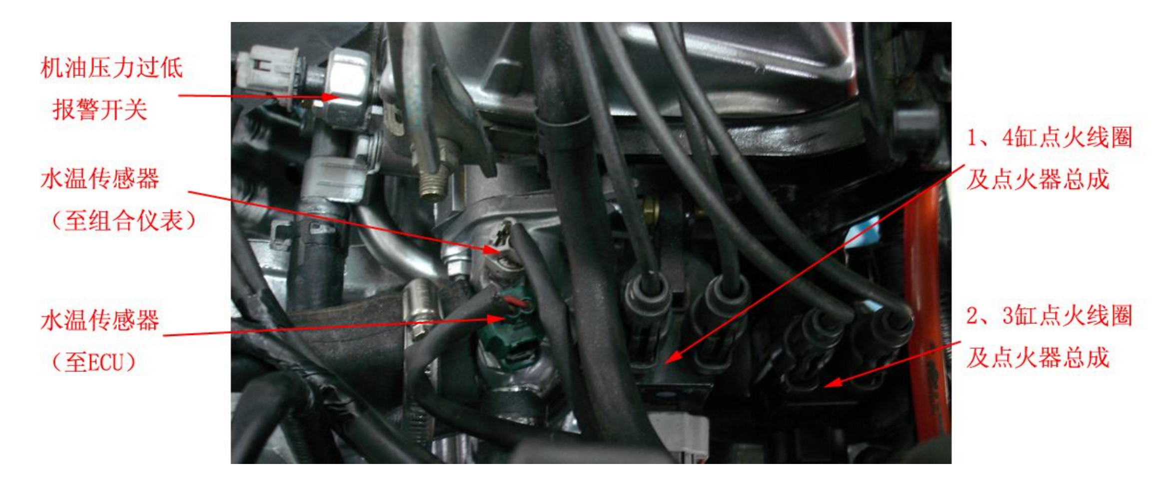


图 4　水温传感器及点火组件



图 5　油压表及真空表

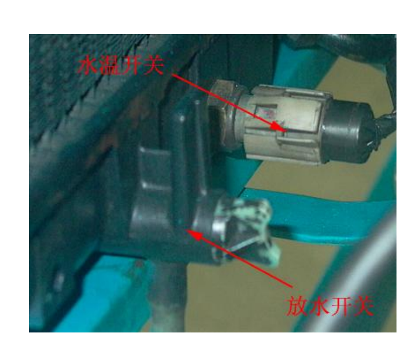


图 6　水温开关

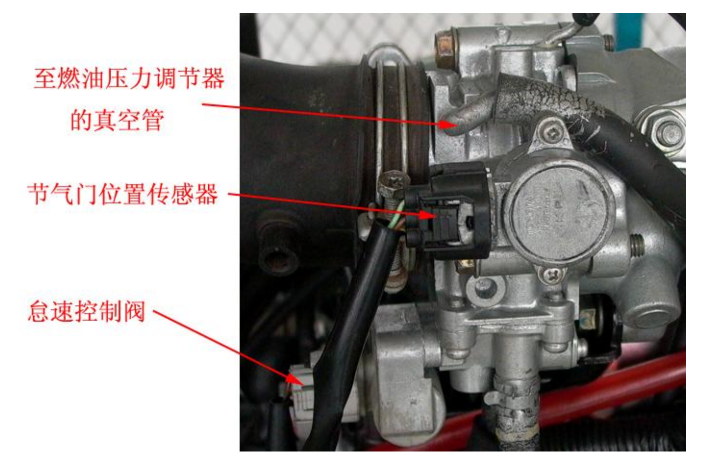


图 7　节气门体

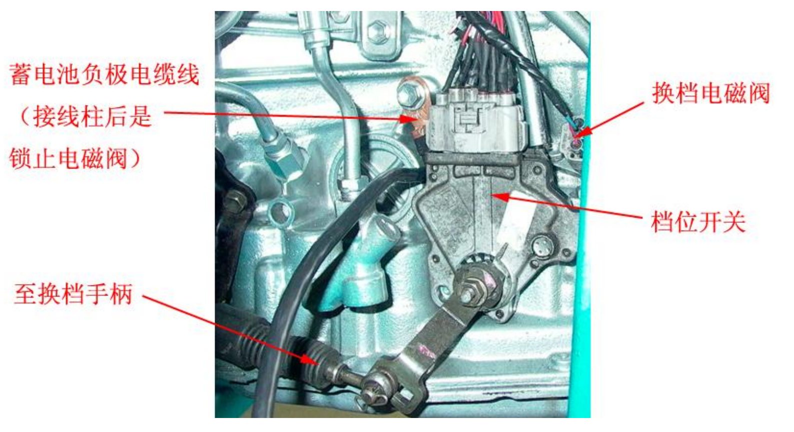


图 8 自动变速器档位开关及电磁阀

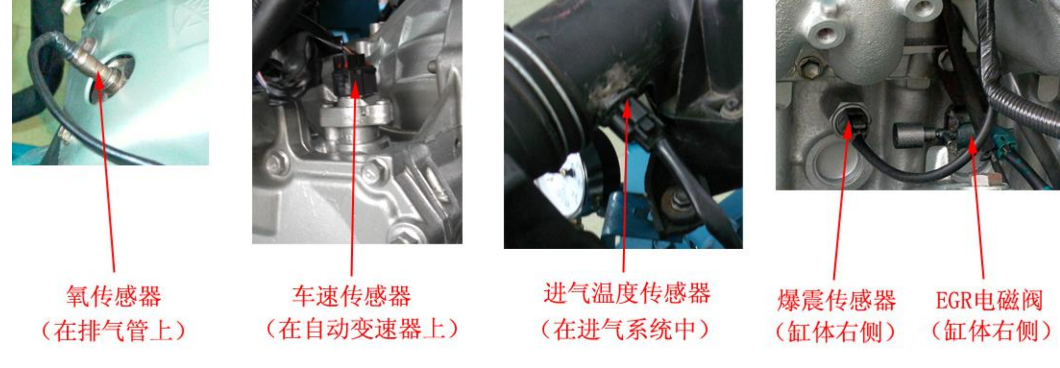


图 9　其他传感器及执行器

3、显示面板

在发动机散热器上方设计有显示面板，如图 10 所示。

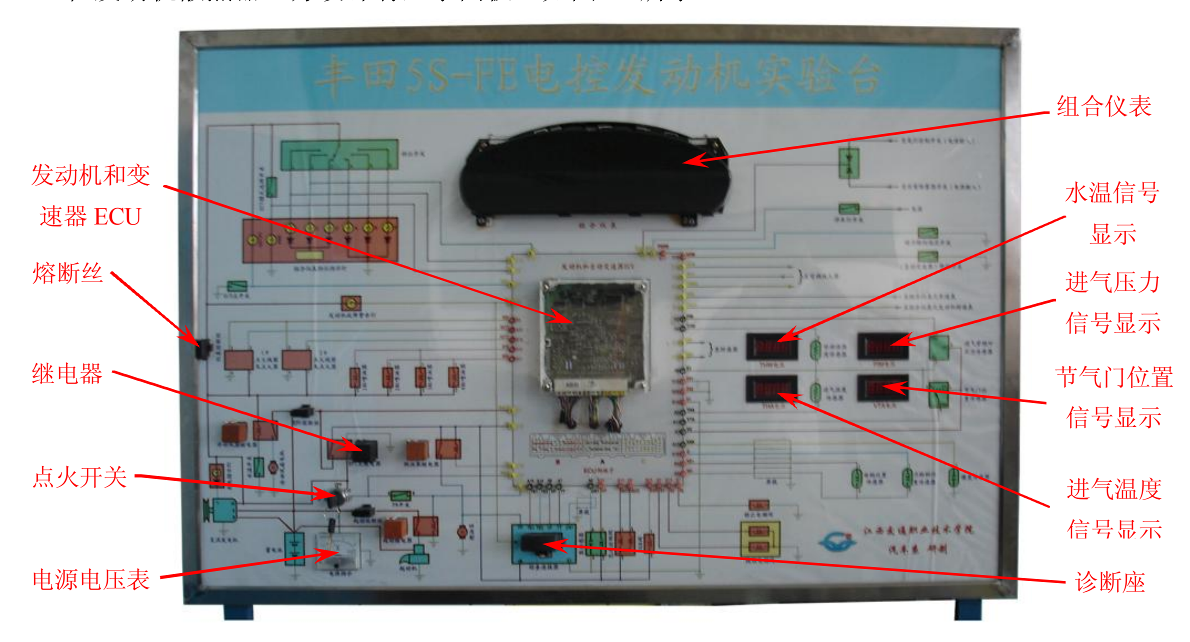


图 10 显示面板

在显示面板上绘制了电控系统电路图，另外面板上还装有组合仪表、发动机和自动变速器 ECU、4 个继电器（分别为燃油泵继电器、EFI 主继电器、起动继电器和风扇继电器）、3 个保险丝（分别为起动熔丝、EFI 熔丝和仪表熔丝）、ECU 端子检测点、检查连接器、4 个传感器信号数字显示器（分别为水温 THW 信号、进气温度 THA 信号、进气压力 PIM 信号和节气门位置 VTA 信号）、点火开关和电源电压表。

显示面板背面用面罩盖住，以防灰尘进入。在面罩右侧有一门，打开后可看到故障设置开关（共 24 个），如图 12 所示。开关只有通和断两种状态，可模拟线路断路。部分进入发动机和 ECT ECU 的导线经过故障设置开关后，再进入 ECU 端子检测点，最后再进入 ECU。



图 11 显示面板背面故障设置开关

二、系统电路图及端子说明

1、起动、电源电路图（如图 12 所示）

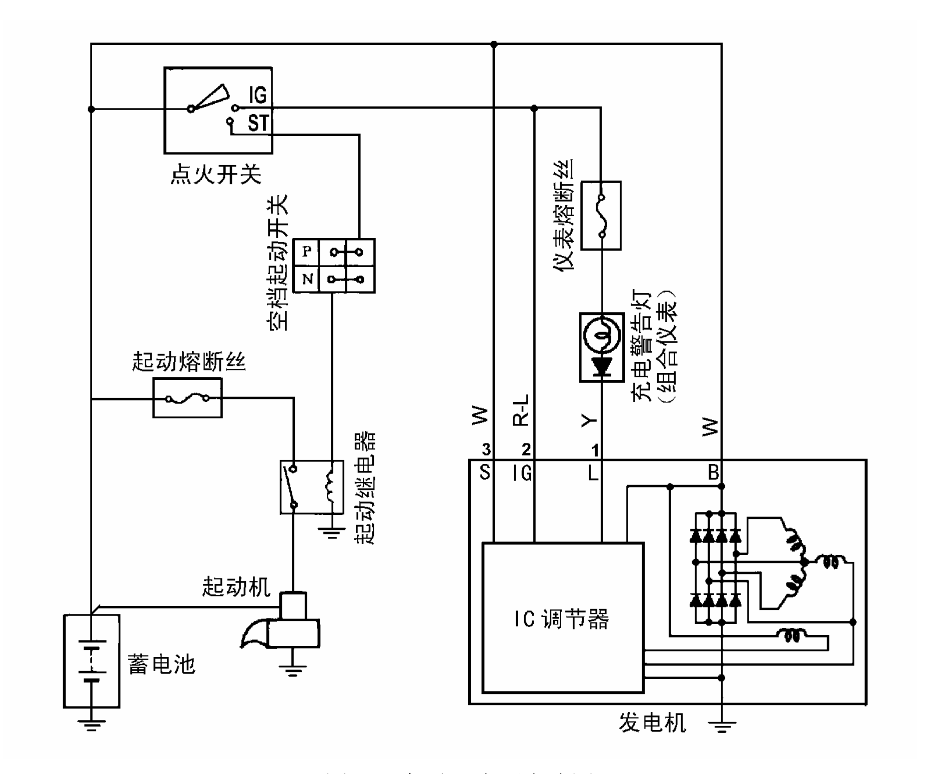


图 12　起动、电源电路图

2、ECT 和 A/T 指示灯电路（如图 13 所示）

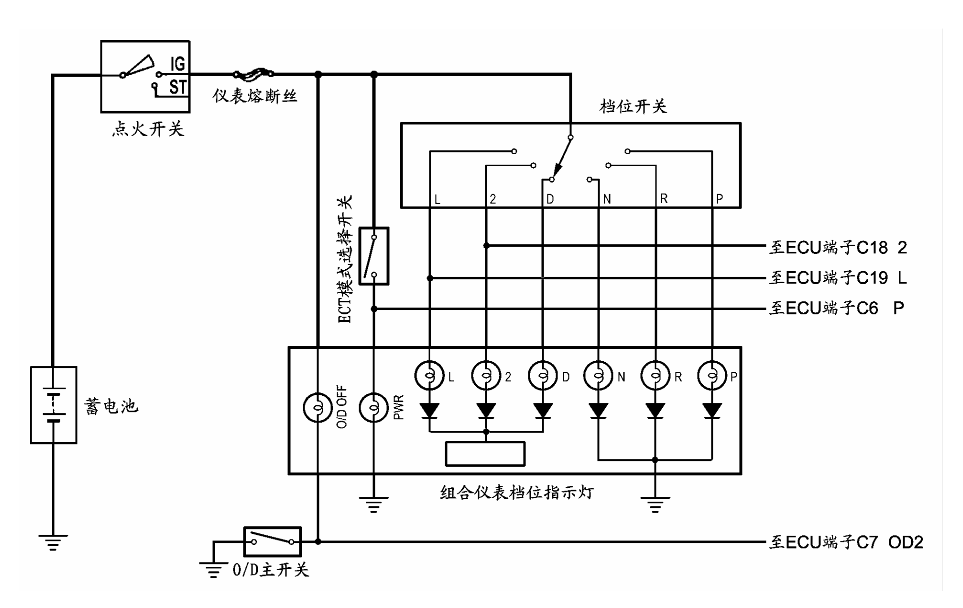


图 13　ECT 和 A/T 指示灯电路

3、发动机电控系统电路（实际原版电路如图 14～19 所示。改进后电路见试验台面板）

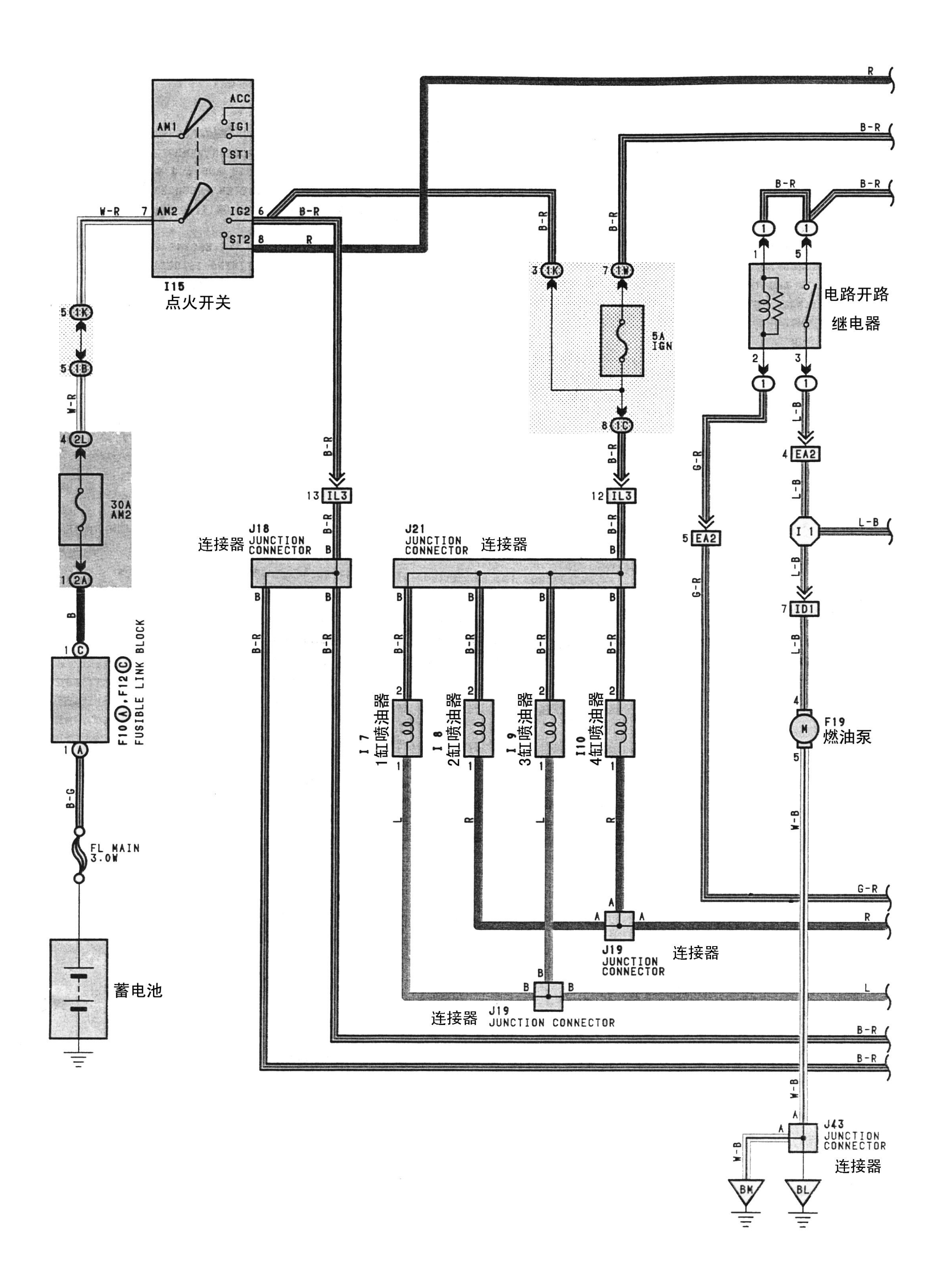


图 14　发动机电控系统电路（1）

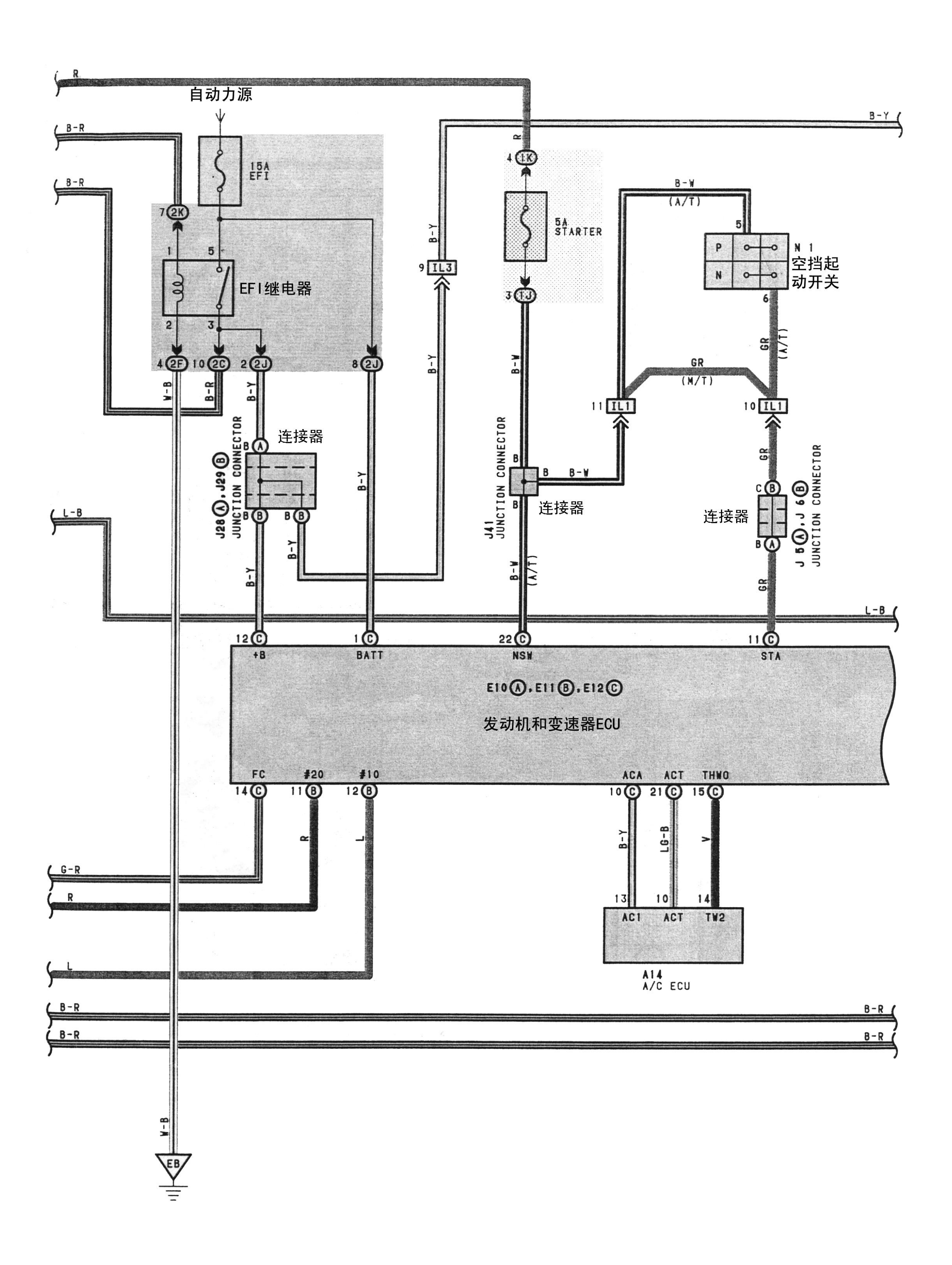


图 15　发动机电控系统电路（2）

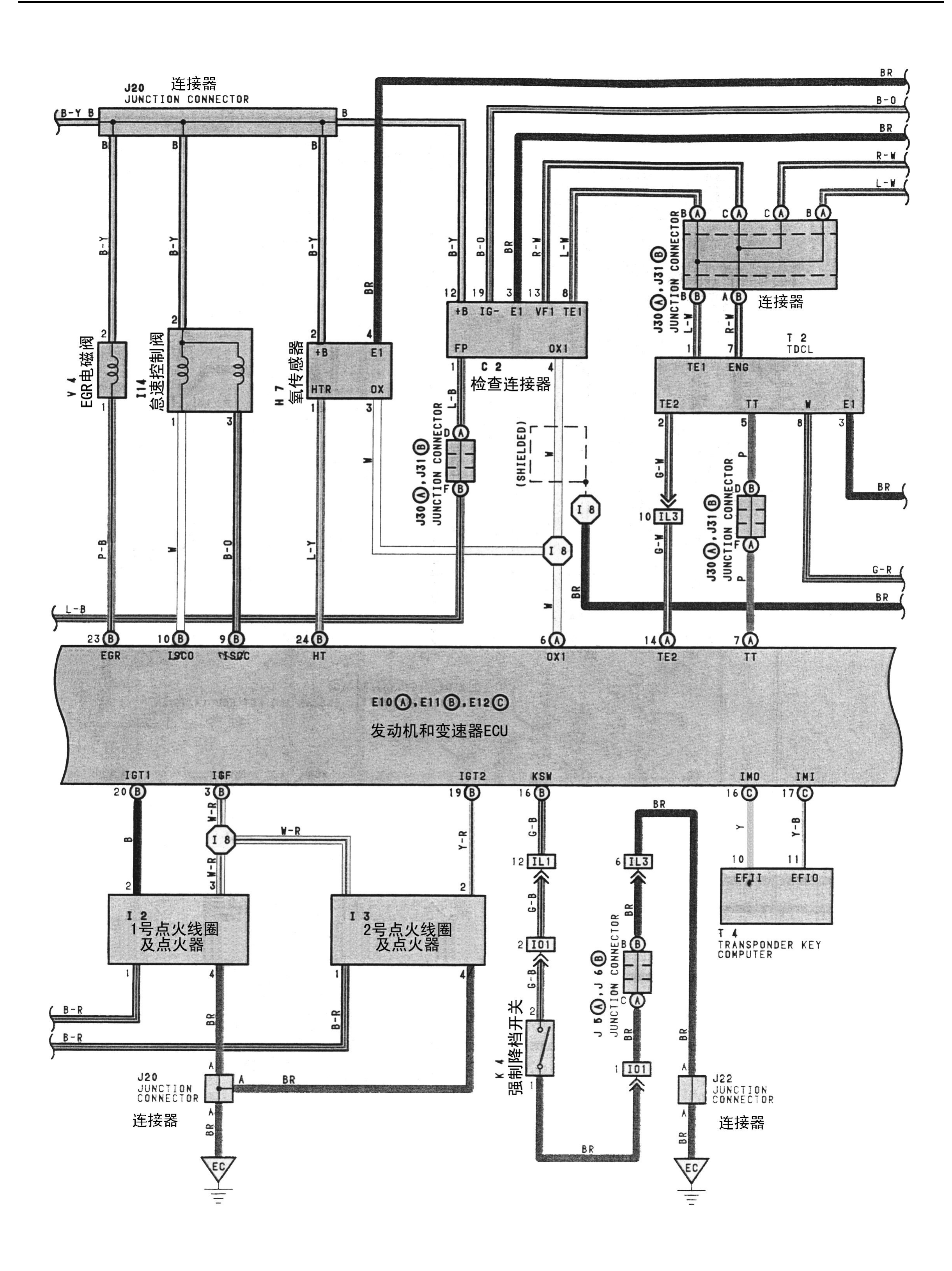


图 16　发动机电控系统电路（3）

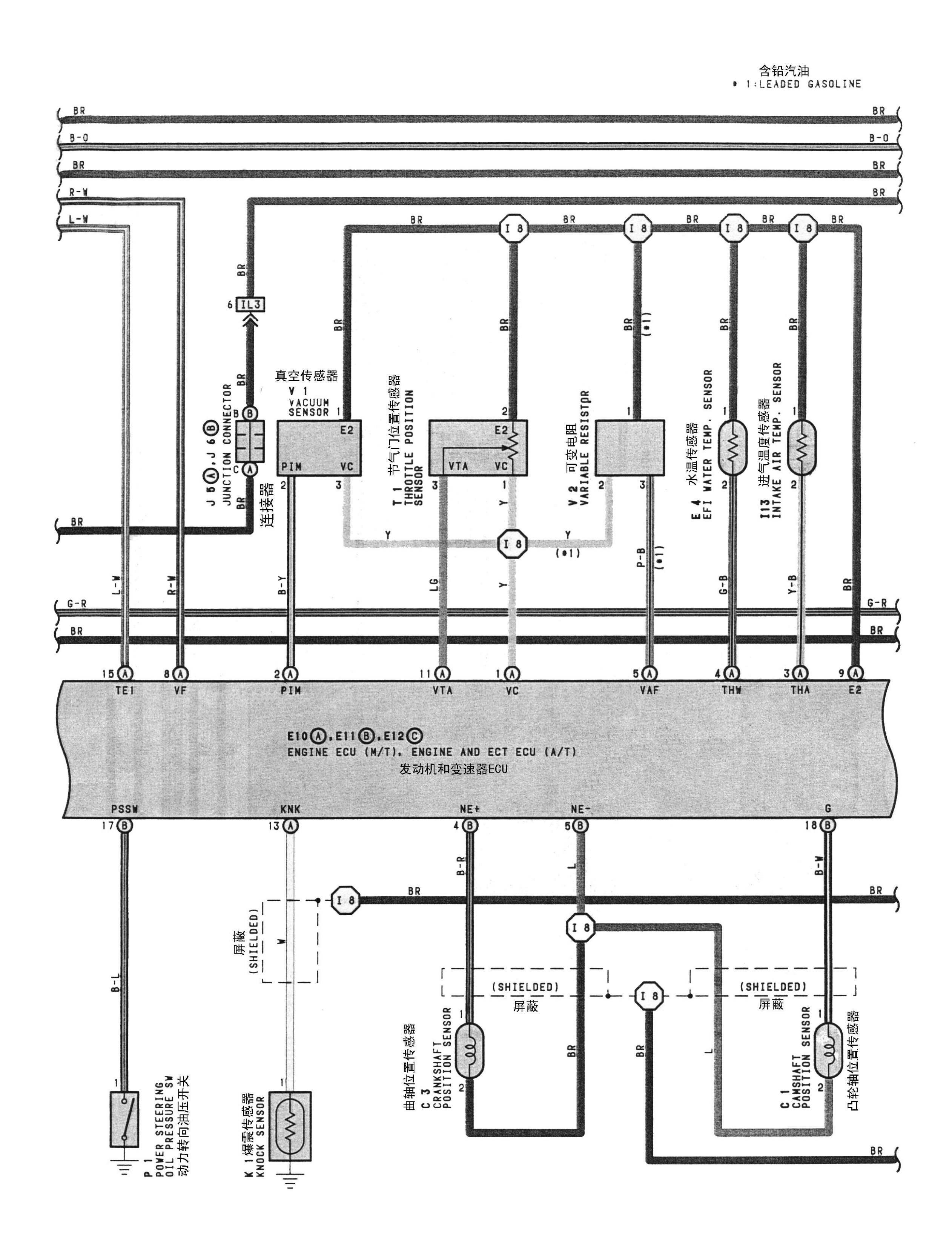


图 17 发动机电控系统电路（4）

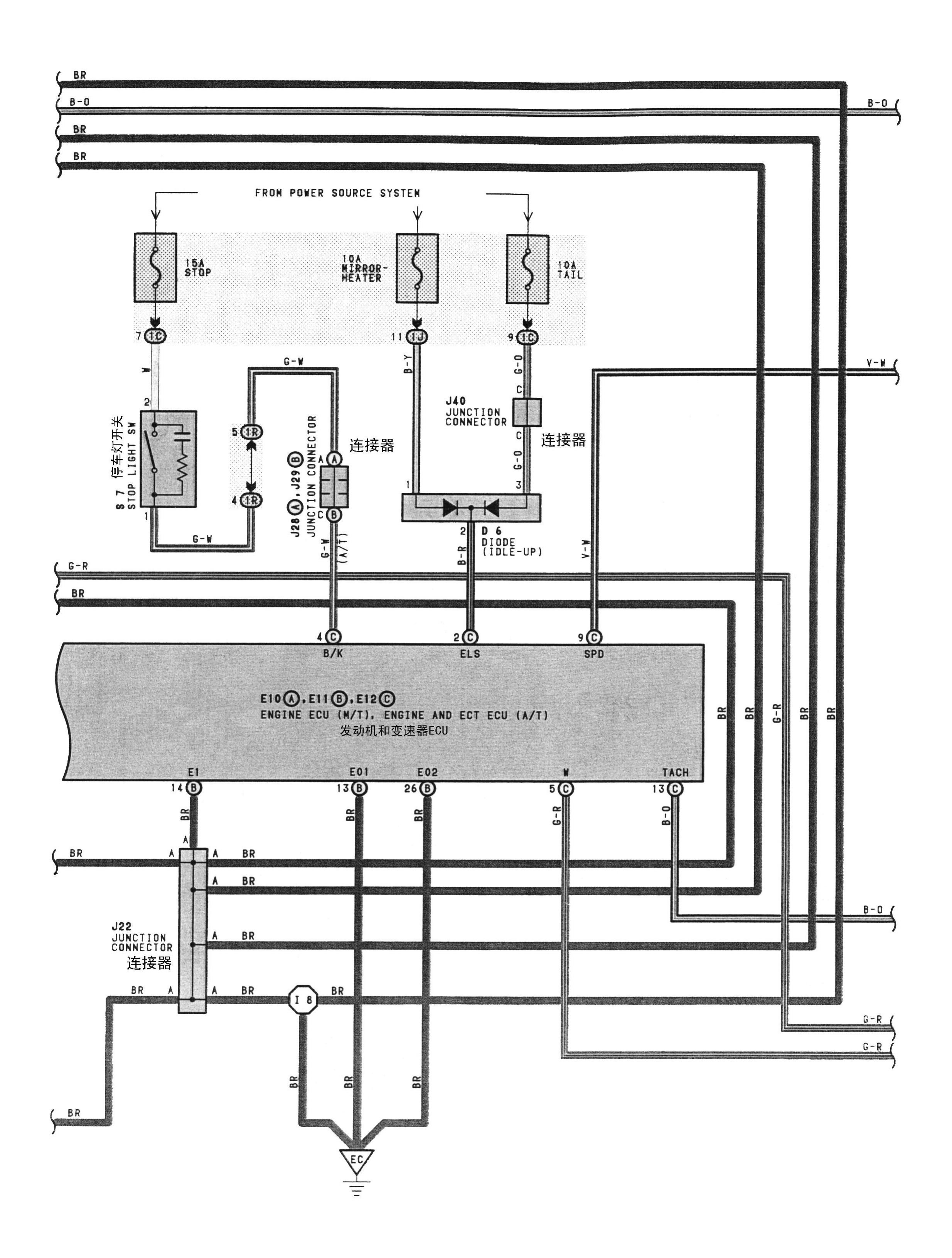


图 18　发动机电控系统电路（5）

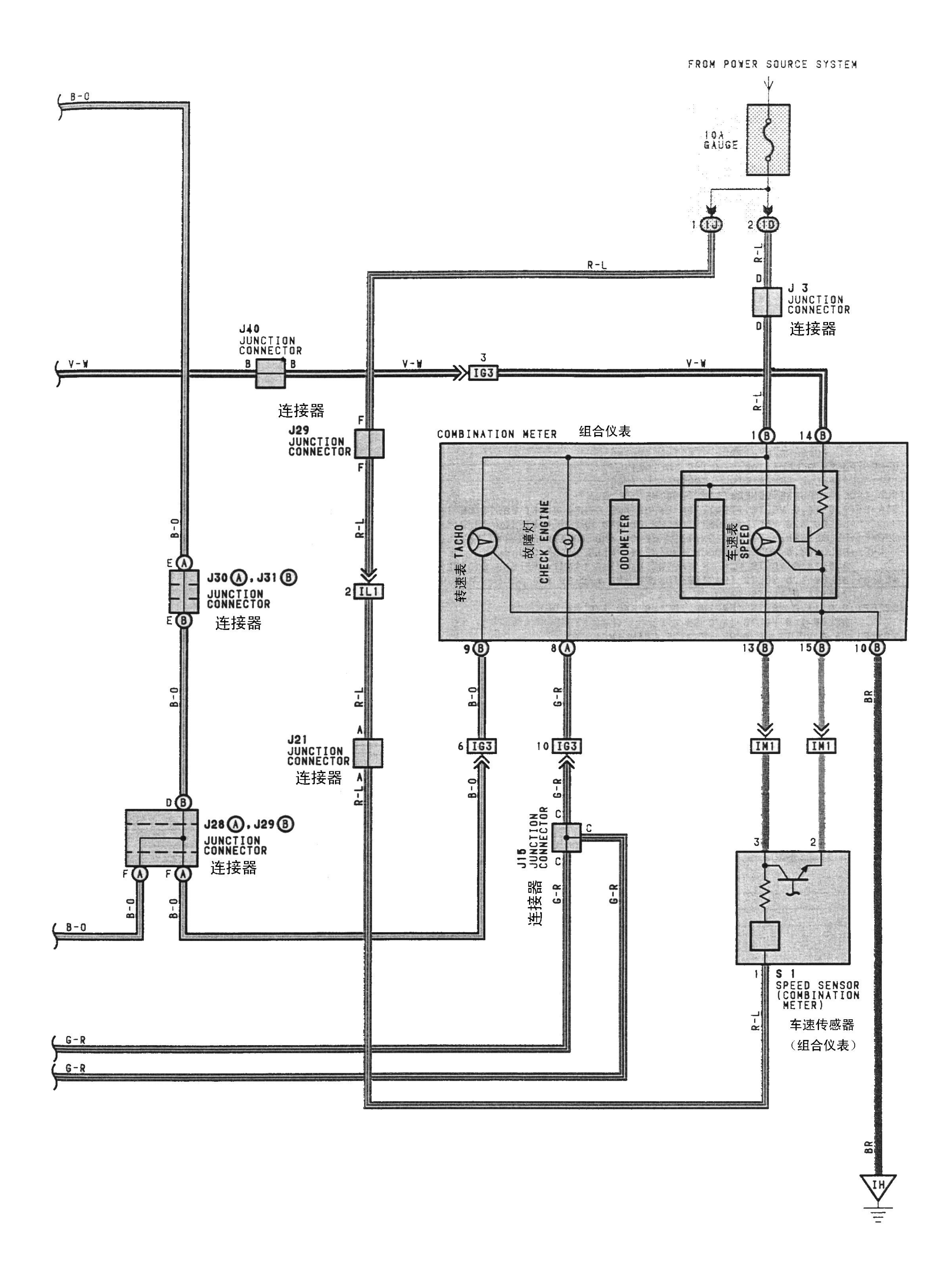


图 19　发动机电控系统电路（6）

4、发动机和 ECT ECU 插头各端子说明（插头见图 20 所示，各端子说明见表 3）

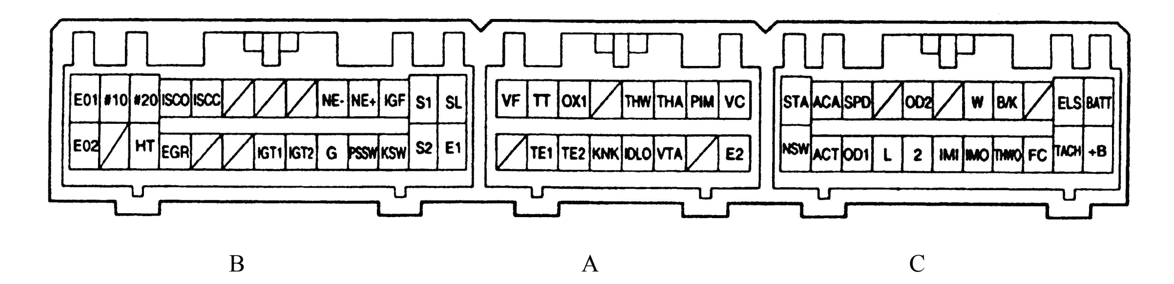


图 20　发动机和 ECT ECU 插头

表 3　发动机和 ECT ECU 插头各端子说明

端子号	代号	连接元件	端子号	代号	连接元件
B-1	SL	ECT 锁止电磁阀	A-8	VF	诊断座
B-2	S1	ECT 1 号换档电磁阀	A-9	E2	传感器共用搭铁线
B-3	IGF	点火器反馈信号	A-11	VTA	节气门位置传感器信号
B-4	NE+	曲轴位置传感器信号	A-12	IDLO	至巡航控制 ECU
B-5	NE-	曲轴位置传感器	A-13	KNK	爆震传感器信号
B-9	ISCC	怠速控制阀	A-14	TE2	诊断座
B-10	ISCO	怠速控制阀	A-15	TE1	诊断座
B-11	#20	2、4 缸喷油器控制线	C-1	BATT	蓄电池
B-12	#10	1、3 缸喷油器控制线	C-2	ELS	尾灯继电器
B-13	E01	动力源搭铁线	C-4	B/K	停车灯开关
B-14	E1	ECU 搭铁线	C-5	W	故障警告灯
B-15	S2	ECT 2 号换档电磁阀	C-7	OD2	O/D 主开关
B-16	KSW	强制降档开关信号	C-9	SPD	车速传感器
B-17	PSSW	动力转向油压开关信号	C-10	ACA	A/C 放大器
B-18	G	凸轮轴位置传感器信号	C-11	STA	起动继电器
B-19	IGT2	2 号点火器点火控制信号	C-12	+B	EFI 主继电器
B-20	IGT1	1 号点火器点火控制信号	C-13	TACH	转速表
B-23	EGR	EGR 阀	C-14	FC	油泵继电器控制
B-24	HT	氧传感器加热器控制	C-15	THWO	A/C 放大器
B-26	E02	动力源搭铁线	C-16	IMO	防盗器
A-1	VC	传感器共用 5V 电源	C-17	IMI	防盗器
A-2	PIM	进气压力传感器信号	C-18	2	档位开关 2
A-3	THA	进气温度传感器信号	C-19	L	档位开关 L
A-4	THW	水温传感器信号	C-20	OD1	至巡航控制 ECU
A-6	OX1	氧传感器信号	C-21	ACT	A/C 放大器
A-7	TT	诊断座	C-22	NSW	空挡起动开关

5、组合仪表电路（如图 21 所示）

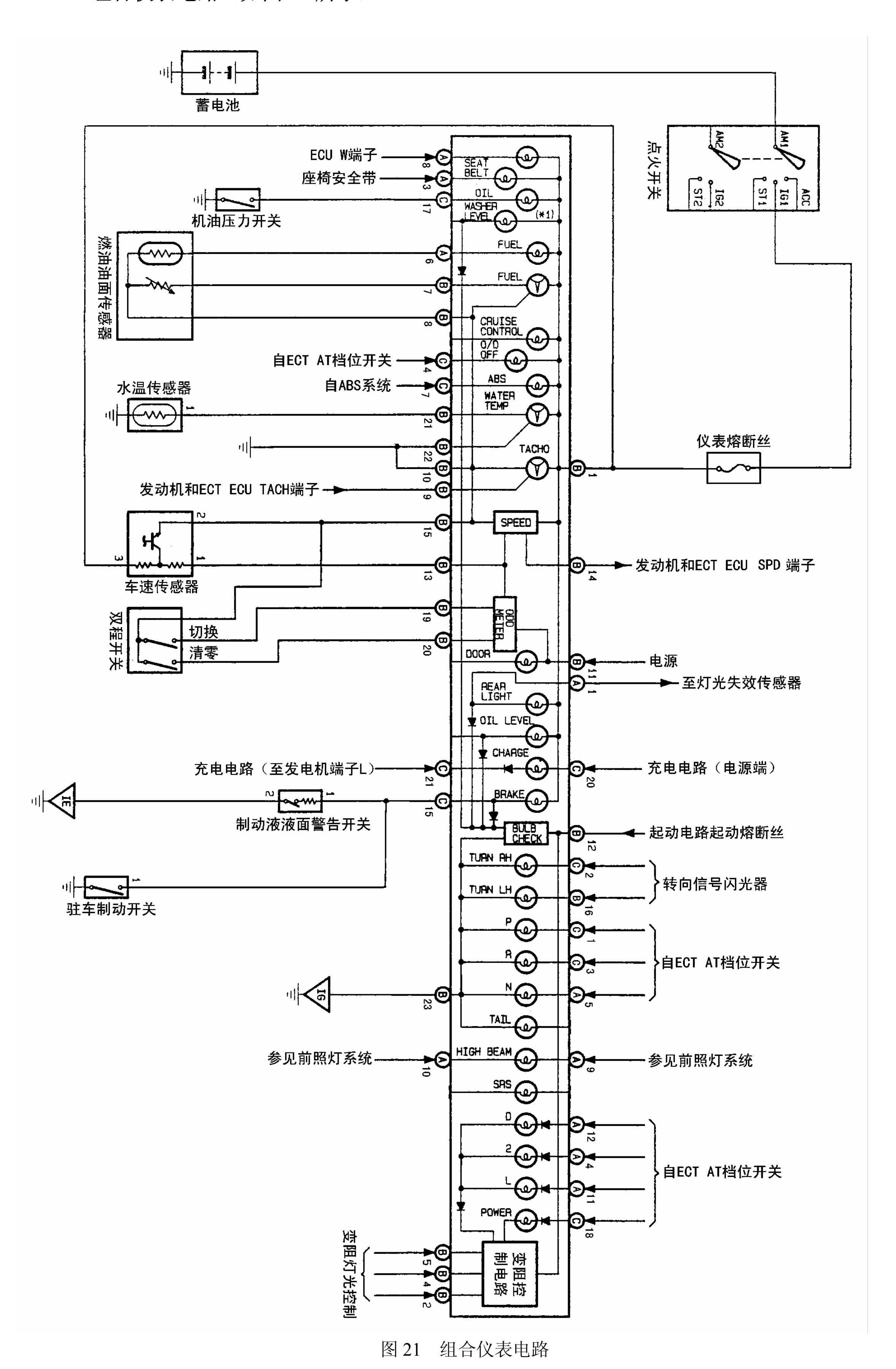
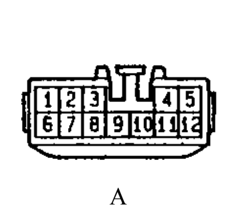


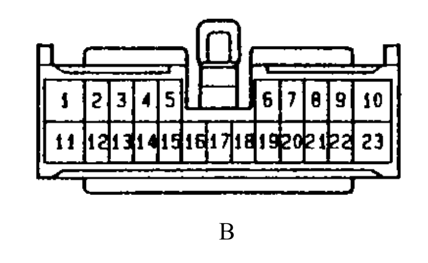
图 21 组合仪表电路

6、组合仪表接线端子说明

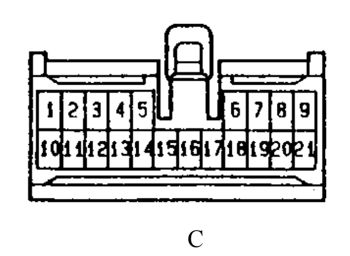
组合仪表端子及说明见图 22 和表 4。



A



B



C

图 22　组合仪表各端子

表 4　组合仪表端子接线说明（参见图 21）

插头	端子	说　明	插头	端子	说　明
A	1	灯光故障灯	B	14	返回至 ECU 的 SPD 信号
	3	座椅安全带		15	搭铁
	4	A/T 指示灯档位开关 2		16	左转向灯
	5	A/T 指示灯档位开关 N		19	双程计程开关，切换
	6	燃油过低报警开关		20	双程计程开关，清零
	8	CHECK 灯		21	水温表传感器信号
	9	大灯远光灯（电源端）		22	搭铁
	10	大灯远光灯（开关端）		23	搭铁
	11	A/T 指示灯档位开关 L	C	1	A/T 指示灯档位开关 P
	12	A/T 指示灯档位开关 D		2	右转向灯
B	1	电源（＋12V）		3	A/T 指示灯档位开关 R
	2	接电源时，仪表灯光变暗		4	超速档 OD OFF 开关
	4	接电源时，仪表灯光变亮		7	ABS 警告灯
	5	搭铁		9	车门未关开关
	7	燃油表传感器信号		15	制动系统警告灯
	8	搭铁		16	除雾器开关
	9	ECU TACH 信号至转速表		17	机油压力过低警告灯信号
	10	搭铁		18	ECT PWR 开关
	11	电源（＋12V）		19	ECT MANU 开关
	12	接起动熔丝，起动时仪表灯灭		20	充电指示灯（电源端）
	13	车速传感器输入信号至车速表		21	充电指示灯（发电机端）

7、检查连接器（诊断座）端子说明

检查连接器端子说明见表 5。

表 5　检查连接器端子说明

端子代号	连接部位	说　明
FP	直接与燃油泵相连	
E1	与搭铁线相连	搭铁线
OX	氧传感器信号	检测氧传感器输出信号

TE1	ECU 故障码诊断触发线	调取故障码触发线
TE2	ECU 开关动作诊断线	诊断控制开关故障信号
VF	空燃比浓稀信号	空燃比浓稀测试
＋B	电源线　至 EFI 主继电器	由 EFI 主继电器供给蓄电池电压

8、部分接线插座及端子说明

部分接线插座及端子见表 6。表中未列及的插座参见相关前述电路图。

表 6　部分接线插座及端子说明

名　称	插　座	端子	端子号说明
档位开关		2	公共端（电源＋12V）
		3	2　至档位指示灯 2 及 ECU C18（2）
		4	L　至档位指示灯 L 及 ECU C19（L）
		5	PN 开关
		6	PN 开关
		7	P　至档位指示灯 P
		8	R　至档位指示灯 R
		9	N　至档位指示灯 N
		10	D　至档位指示灯 D
换档手柄与线束连接插座		1	档位显示照明灯搭铁线
		2	OD 主开关搭铁线
		3	ECT MANU 开关
		5	档位显示照明灯电源线
		6	至 OD OFF 灯及 ECU C7（OD2）
		7	ECT PWR 开关
		8	公共端（电源＋12V）
油箱与线束连接插座		1	燃油泵搭铁线
		2	燃油泵控制线
		5	油面过低警告灯
		6	油面传感器信号
		7	油面过低警告灯和油面传感器搭铁线
冷却风扇与线束连接插座		1	左风扇电机
		2	左风扇电机
		3	水温开关信号
		5	水温开关搭铁线
		6	右风扇电机
		7	右风扇电机

三、试验台电控系统主要检测数据

丰田 5S－FE 发动机系统主要检测数据见下表。

燃油泵	20℃时电阻值		0.2～0.3Ω
燃油压力调节器	无真空时燃油压力		265～304kPa
喷油器	20℃时电阻值 喷油量（15 秒） 各缸 15 秒喷油量允差 燃油允许泄漏量 发动机怠速，工作温度正常时喷油脉宽		约 13.8Ω 70～88cm³/15s 不大于 9cm³ 每分钟不大于 1 滴 约 1.8～3.0ms
节气门体	节气门全关角度 节气门全开角度		＜3° ＞70°
节气门位置传感器	限位螺钉与杆间隙	测量的端子	电阻值
	0mm 节气门全开	VC－E2 VTA－E2	0.2～5.7kΩ 2.0～10.2Ω
水温传感器	-20℃时电阻值 0℃时电阻值 20℃时电阻值 40℃时电阻值 60℃时电阻值 80℃时电阻值		10～20kΩ 4～7kΩ 2～3kΩ 0.9～1.3kΩ 0.4～0.7kΩ 0.2～0.4kΩ
ISC 占空比	发动机怠速，工作温度正常 点火开关打开，不起动发动机		约 22～46% 约 28～70%

ECU

注意：

测量电压值时应连接 ECU、点火开关应位于 ON、蓄电池电压应不低于 11V；测量电阻值时应将被测元件从电路中断开。

端　子	条　件		电压值（V）
+B-E1	点火开关接通（ON）		9～14
BATT-E1	—		9～14
VC-E2	点火开关接通（ON）		4.5～5.5
VTA-E2	点火开关接通（ON）	节气门全关	0.3～0.8V
		节气门全开	3.2～4.9V
PIM-E2	点火开关接通（ON）		3.3～3.9V
#10-E01 #20-E02	点火开关接通（ON）		9～14V
	怠速运转		产生脉冲
THA-E2	点火开关接通（ON），进气温度 20℃		0.5～3.4V
THW-E2	点火开关接通（ON），冷却液温度 80℃		0.2～1.0V
STA-E1	起动（换档杆在 P、N 位）		9~14V
	起动（换档杆在其他位置）		＜3V
NSW-E1	起动		＞6V

	IGT1-E1 IGT2-E1	怠速运转	产生脉冲
	IGF-E1	点火开关接通（ON）	4.5～5.5V
		怠速运转	产生脉冲
	G-NE- NE+-NE-	怠速运转	产生脉冲
	ISCC-E1 ISCO-E1	怠速运转	产生脉冲
	W-E1	发动机故障警告灯亮	＜3V
		发动机故障警告灯灭，发动机运转	9~14V
	SPD-E1	点火开关接通（ON）并缓慢转动驱动轮	产生脉冲
	ACA-E1	发动机怠速，空调开关打开	＜1.5V
		空调开关关闭	7.5～14V
	ACT-E1	发动机怠速，空调开关打开	9～14V
		空调开关关闭	＜1.5V

四、故障码表

1、发动机电控系统故障码

由 CHECK 指示灯显示，故障码见下表。

故障码	信号系统	CHECK 灯		诊断	故障部位	存储
		普通方式	试验方式			
12	转速信号	亮	不适用	起动机接通 2s 以上仍无 G 信号或 NE 信号输送给 ECU	①曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器电路短路或断路；②曲轴位置传感器；③凸轮轴位置传感器；④ECU	○
13	转速信号	亮	不适用	在 1000r/min 或更高转速时，至少 50ms 无转速信号输送到 ECU	①曲轴位置传感器电路短路或断路；②曲轴位置传感器；③ECU	○
14	1 号点火信号	亮	不适用	发动机运行时，连续 6 次 IGT1 信号期间，没有 IGF 信号输送到 ECU	①点火器至 ECU 间的 IGF 或 IGT1 线路短路或断路；②1 号点火器；③ECU	○
15	2 号点火信号	亮	不适用	发动机运行时，连续 6 次 IGT2 信号期间，没有 IGF 信号输送到 ECU	①点火器至 ECU 间的 IGF 或 IGT2 线路短路或断路；②2 号点火器；③ECU	○
16	ECT 控制信号	亮	不适用	在 ECU 的发动机 CPU 与变速器 CPU 之间通讯失败	ECU	X
21	氧传感器电路	灭	亮	①氧传感器加热器电路断路或短路 0.5s 以上。	①氧传感器加热器电路短路或断路；②氧传感器加热器；③ECU	○
				②在正常车速（低于 100km/h 且发动机转速高于 1500r/min)，氧传感器信号电压 OX 降至 0.35～0.70V 之间持续 60s 以上。（双程检测逻辑电路）	①氧传感器电路短路或断路；②氧传感器；③真空度传感器电路短路或断路；④真空度传感器；⑤ECU	
22	水温传感器信号	亮	亮	水温传感器线路短路或开路 0.5s 以上	①水温传感器线路短路或断路；②水温传感器；③ECU	○
24	进气温度传感器信号	灭	亮	进气温度传感器线路短路或开路 0.5s 以上	①进气温度传感器线路短路或断路；②进气温度传感器；③ECU	○
25	空燃比稀故障	灭	亮	氧传感器预热时（转速 1500r/min)，氧传感器输出低于 0.45V 至少 90s。	①喷油器电路开路；②燃油管路压力（喷油器滴漏、堵塞)；③点火系统（火花塞、点火器)；④进气歧管	○

				（双程检测逻辑）	真空度传感器；⑤氧传感器电路短路或断路；⑥氧传感器；⑦ECU	
31	真空度传感器信号	亮	亮	进气歧管真空度传感器线路短路或开路 0.5s 以上	①进气歧管真空度传感器线路短路或断路；②进气歧管真空度传感器；③ECU	○
41	节气门位置传感器信号	灭	亮	节气门位置传感器线路短路或开路 0.5s 以上	①节气门位置传感器线路短路或断路；②节气门位置传感器；③ECU	○
42	车速传感器信号	亮	亮	转速 2000～5000r/min，水温 70℃以上，汽车运行时至少 8s 没有车速信号 SPD 输送到 ECU。	①车速传感器线路断路或短路；②车速传感器；③ECU	○
52	爆震传感器信号	亮	亮	发动机转速在 2000～5000rpm 范围内，爆震传感器来的信号有 6 个循环未输送给 ECU	①爆震传感器线路短路或断路；②爆震传感器（松动等）；③ECU	○

备注：

⑴ 诊断状态栏中的“亮”表示：检测出故障时，检查发动机警告灯亮，“灭”表示：即使检测出故障，检查发动机警告灯也不亮。“不适用”表示：此项检查不包括在故障诊断中。

⑵ 存储栏中的“○”表示：当出现故障时，诊断码记录在 ECU 存储器中；“X”表示：即使故障出现，诊断码也未记录在 ECU 存储器中。以正常或测试方式所得诊断结果的输出，是在点火开关接通的状态下完成的。

⑶ 双程检测逻辑电路：有了这种电路，当故障首次检测出时，故障码暂时存储在 ECU 存储器中；如在第二次道路实验中，再次检测出这一故障，检查发动机警告灯就会发光。

2、自动变速器系统故障码

由 O/D 指示灯显示，故障码见下表。

故障码	故障内容	故障部位
42	1 号车速传感器（组合仪表内）故障	1 号车速传感器；配线或接头；ECU
62	1 号换档电磁阀开路或短路	1 号换档电磁阀；配线或接头；ECU
63	2 号换档电磁阀开路或短路	2 号换档电磁阀；配线或接头；ECU
64	锁止电磁阀开路或短路	锁止电磁阀；配线或接头；ECU

五、实验操作

1、实验准备

（1）检查发动机冷却液、汽油、润滑油液面应正常。
（2）便查变速器 ATF 油位高度应正常。
（3）检查蓄电池电压应正常。

2、正常运行演示操作

变速器操纵置于 P 或 N 位，转动点火开关起动发动机。待发动机预热进入怠速状态后观察实训台控制面板仪表、数字显示仪表及发动机支架上压力表显示是否正常。正常怠速时：水温表在 80℃左右，转速 900r/min，里程表 0km/h，AT 油压表 0.45MPa，燃油压力表 0.30MPa 左右为正常。

3、故障模拟演示

发动机熄火，打开发动机控制面板后罩故莽故障设置开关门，按下相应故障开关。起动发动机，观察故障现象，判断故障原因。或者用故障诊断仪读取故障码。

故障诊断仪读取故障码步骤：选择 TOYOTA 方形诊断接头，插入面板上的诊断座，连接好诊断仪，打开点火开关，进入系统。依次选择“美规丰田”，“丰田佳美”，“5S-FE 发动机”，然后即可读取故障码。